

## Эксперимент 13 - Дискретизация и восстановление сигналов

### Предварительное обсуждение

Предыдущие лабораторные работы были посвящены экспериментальному изучению аналоговых систем связи. Однако цифровые системы связи быстро вытесняют аналоговые системы с рынка услуг связи. Для этого есть ряд причин, включая более высокую помехозащищенность цифровых сигналов и систем.

На сегодняшний день придумано много разновидностей цифровых систем передачи информации, некоторые из них рассматриваются далее. В любой цифровой системе аналоговый сигнал, например, речь или музыка, называемый *сообщением*, должен быть в первую очередь подвергнут *дискретизации*, которая подразумевает измерение уровня напряжения через равные интервалы времени.

На рисунке 1а показано сообщение в виде чистой синусоиды. Ниже расположен импульсный сигнал выборки, который задает *устройству выборки* интервал времени между измерениями сигнала сообщения. Еще ниже показан результат "естественной" выборки сигнала сообщения с частотой, определяемой сигналом дискретизации. Такой способ дискретизации называют "естественным" потому, что во время импульса выборки дискретизированный сигнал повторяет изменения напряжения сигнала сообщения. Для некоторых цифровых систем это неприемлемо. На рисунке 1b внизу показан сигнал, уровень которого в течение каждого интервала дискретизации остается постоянным. Такой сигнал формируется *устройством выборки и хранения (УВХ)*, называемым также *амплитудно-импульсным модулятором (АИМ)*.

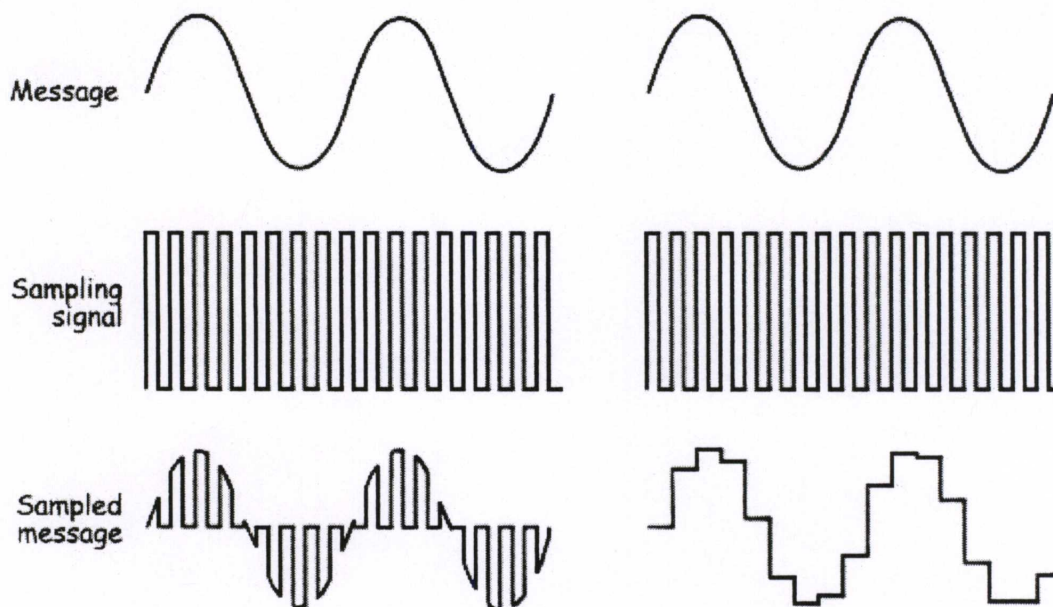


Рисунок 1а

Рисунок 1b

Message - сообщение. Sampling signal - сигнал выборки, Sampled message - дискретизированное сообщение

Любой метод дискретизации по определению "выхватывает" только части сообщения. Возникает вопрос, как восстановить исходное сообщение, имея отдельные его фрагменты? Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим математическую модель дискретизированного сигнала, которая представляет собой произведение сигнала выборки и исходного сообщения:

Дискретизированное сообщение = сигнал выборки × исходное сообщение

С учетом того, что сигнал выборки состоит из постоянной составляющей, основной гармоники и высших гармоник, уравнение дискретизированного сигнала можно записать следующим образом:

Дискретизированное сообщение = (постоянная составляющая + основная гармоника + высшие гармоники) × сообщение

Если сообщение представляет собой простой синусоидальный сигнал (рисунок 1), то соответствующий дискретизированный сигнал состоит из следующих спектральных составляющих (тригонометрические выражения здесь не приводятся):

- Гармоника той же частоты, что и исходное сообщение
- Пара гармоник, частоты которых представляют собой сумму и разность частот основной гармоники (сигнала выборки) и исходного сообщения.
- Остальные пары гармоник, частоты которых представляют собой суммы и разности частот высших гармоник сигнала выборки и частоты сообщения.

Таким образом, дискретизированный сигнал состоит из множества гармоник, но одна из них имеет ту же частоту, что и исходное сообщение. Следовательно, для восстановления исходного сигнала дискретизированный сигнал нужно пропустить через фильтр нижних частот (ФНЧ), который, как следует из названия, пропускает более низкие частоты и подавляет более высокие частоты.

Для правильного выполнения работы следует также ознакомиться с вводной частью раздела Е.

### Эксперимент

В этом эксперименте вы используете DАТЕх для дискретизации сообщения без запоминания уровня сигнала в момент выборки ("естественная" дискретизация) и с запоминанием - до следующей выборки (с помощью устройства выборки и хранения). Далее вам нужно будет выполнить спектральный анализ дискретизированного сообщения с помощью анализатора спектра (NI ELVIS Dynamic Signal Analyzer). Наконец, вам будет необходимо восстановить исходное сообщение и исследовать влияние *эффекта наложения спектров (aliasing - "алиазинг")*.

Время выполнения работы - около 50 минут.